

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT
COOPERATION TREATY (PCT)

(11) WO 97/24818

(13) A1

(21) PCT/US96/20656

(22) 23 December 1996 (23.12.1996)

(25) English

(26) English

(30) 579,895

28 December 1995 US
(28.12.1995)

(43) 10 July 1997 (10.07.1997)

(51)⁶ H04B 7/08

(54) METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING ANTENNA DIVERSITY IN A
PORTABLE RADIOTELEPHONE

(71) QUALCOMM INCORPORATED [US/US]; 6455 Lusk Boulevard, San Diego,
CA 92121 (US).

(72) KORNFIELD, Richard, K.; 12384 Brickella Drive, San Diego, CA 92129 (US).

(74) OGROD, Gregory, D. et al.; Qualcomm Incorporated, 6455 Lusk Boulevard,
San Diego, CA 92121 (US).

(81) AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU,
LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK,
TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN

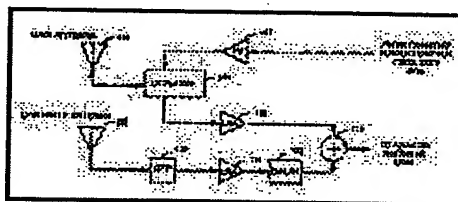
(84) ARIPO patent (KE, LS, MW, SD, SZ, UG), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG,
KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB,
GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

Published

— With international search report.

(57) A diversity antenna system in a mobile unit which provides time, space and antenna pattern diversity to mitigate the effects of fading at a CDMA mobile unit. The system is comprised of a diversity antenna (105) and a main antenna (100). The main antenna (100)

and diversity antenna (105) are physically separated and oriented such that they have different antenna gain patterns. In a first embodiment, the diversity antenna (105) functions as a receive antenna only, while the main antenna (100) performs both transmit and receive functions. In a second embodiment, both the main antenna (100) and the diversity antenna (105) transmit and receive signals. A delay circuit (130) couples the diversity antenna (105) to a summer (135) which sums the signals received by the main antenna (100) and the diversity antenna (105), respectively.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2000-503184

(P2000-503184A)

(43) 公表日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

H 0 4 B 7/08

H 0 4 B 7/08

D

7/26

7/26

D

H 0 4 J 13/00

H 0 4 J 13/00

A

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平9-524535
 (86) (22) 出願日 平成8年12月23日 (1996.12.23)
 (85) 翻訳文提出日 平成10年6月29日 (1998.6.29)
 (86) 国際出願番号 PCT/US96/20656
 (87) 国際公開番号 WO97/24818
 (87) 国際公開日 平成9年7月10日 (1997.7.10)
 (31) 優先権主張番号 579, 895
 (32) 優先日 平成7年12月28日 (1995.12.28)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 カルコム・インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国 92121 カリフォルニア,
 サン・ディエゴ, ラスク・ブルバードー
 6455
 (72) 発明者 コーンフェルド, リチャード, ケイ
 アメリカ合衆国 92129 カリフォルニア,
 サン・ディエゴ, ブリッケラ・ドライブ
 12384
 (74) 代理人 弁理士 岡田 英彦 (外6名)

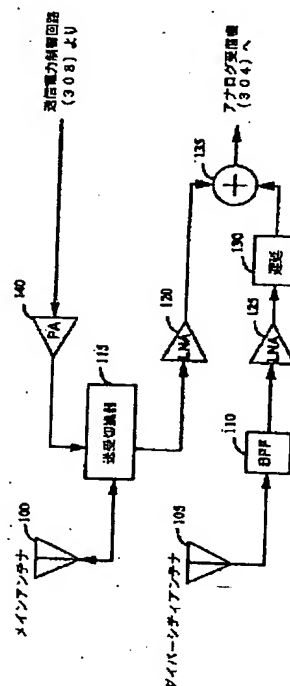
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 携帯無線電話においてアンテナダイバーシティを提供する方法とその装置

(57) 【要約】

移動ユニットにおけるダイバーシティアンテナシステムは、CDMA 移動ユニットのフェージングの影響を緩和するために、時間ダイバーシティ、空間ダイバーシティ、そしてアンテナパターンダイバーシティを備えている。このシステムはダイバーシティアンテナ (105) とメインアンテナ (100) を具備しており、これらは異なるアンテナ利得パターンを有するよう物理的に分離かつ指向されている。第一の実施例において、ダイバーシティアンテナ (105) は単に受信アンテナとして機能し、一方メインアンテナ (100) は送信と受信の両方の機能を果たす。第二の実施例においては、メインアンテナ (100) とダイバーシティアンテナ (105) の両方が信号の送受信をおこなう。遅延回路 (130) はダイバーシティアンテナ (105) を加算器 (135) に連結し、ここでメインアンテナ (100) とダイバーシティアンテナ (105) で受信された信号がそれぞれ合成される。

[図 1]



【特許請求の範囲】

1. 通信信号を伝送する少なくとも一つの基地局を具備する無線通信環境下で動作する移動無線におけるダイバーシティアンテナシステムであって、

無線信号を送信し、前記通信信号を受信するものであって、その受信された前記通信信号に応じてメインアンテナ信号を供給するメインアンテナと、

前記通信信号を受信し、その受信された前記通信信号に応じてダイバーシティアンテナ信号を供給する少なくとも一つのダイバーシティアンテナと、

前記少なくとも一つのダイバーシティアンテナに結合され、前記ダイバーシティアンテナ信号を時間遅延するための遅延回路と、

前記メインアンテナに結合された主入力部と、前記遅延回路に結合されたダイバーシティ入力部と、出力部とを有し、前記メインアンテナ信号と前記ダイバーシティアンテナ信号の和に応じて合成信号を発生する加算器とを有するダイバーシティアンテナシステム。

2. 請求の範囲第1項に記載のダイバーシティアンテナシステムであって、さらに、

前記メインアンテナと前記加算器の主入力部とに連結されてその間に置かれ、前記メインアンテナ信号を受信し、かつ、前記無線信号を前記メインアンテナに提供する送受切替器を有するダイバーシティアンテナシステム。

3. 請求の範囲第2項に記載のダイバーシティアンテナシステムであって、さらに、

前記送受切替器と前記加算器の主入力部に連結されてその間に置かれ、前記メインアンテナ信号を増幅するための第一低雑音増幅器と、

前記ダイバーシティアンテナと前記遅延回路とに連結されてその間に置かれ、前記ダイバーシティアンテナ信号を増幅するための第二低雑音増幅器とを有するダイバーシティアンテナシステム。

4. 請求の範囲第3項に記載のダイバーシティアンテナシステムであって、さらに、

前記ダイバーシティアンテナと前記第二低雑音増幅器に連結されてその間に置

かれ、前記ダイバーシティアンテナ信号のスペクトル純度を向上させるための帯域通過フィルターを有するダイバーシティアンテナシステム。

5. 請求の範囲第1項に記載のダイバーシティアンテナシステムであって、

前記少なくとも一つのダイバーシティアンテナが、前記メインアンテナと垂直になるよう前記移動無線に取り付けられるダイバーシティアンテナシステム。

6. 請求の範囲第1項に記載のダイバーシティアンテナシステムであって、さらに、前記加算器の出力部に連結され、前記合成信号を受信し、前記無線信号を前記メインアンテナと前記少なくとも一つのダイバーシティアンテナに提供するための送受切替器を有するダイバーシティアンテナシステム。

7. 受信回路と送信回路を有する移動無線におけるダイバーシティアンテナシステムであって、

無線信号を送受信するメインアンテナと、

無線信号を送受信するダイバーシティアンテナと、

前記ダイバーシティアンテナに連結され、前記ダイバーシティアンテナにより送受信される無線信号を時間遅延するための遅延回路と、

前記メインアンテナと前記遅延回路に連結され、前記メインアンテナにより受信される無線信号と前記遅延回路により遅延された受信無線信号を足し合わせるための結合回路と、

前記結合回路に入出力部が連結され、入力部が前記送信回路に連結され出力部が前記受信回路に連結された送受切替器とを有するダイバーシティアンテナシステム。

8. 請求の範囲第7項に記載のダイバーシティアンテナシステムであって、

前記ダイバーシティアンテナが前記メインアンテナに垂直になるよう前記移動無線に取り付けられるダイバーシティアンテナシステム。

9. 無線信号を伝送する少なくとも一つの基地局を有する無線通信環境下において動作する、メインアンテナと少なくとも一つのダイバーシティアンテナを有する移動無線においてダイバーシティ受信を提供する方法であって、

前記メインアンテナにおいて前記無線信号を受信する工程と、

前記少なくとも一つのダイバーシティアンテナにおいて前記無線信号を受信する工程と、

前記少なくとも一つのダイバーシティアンテナで受信された前記無線信号を時間遅延する工程と、

前記メインアンテナで受信された前記無線信号と前記時間遅延無線信号とを足し合わせる工程とを有する移動無線においてダイバーシティ受信を提供する方法。

10. 請求の範囲第9項に記載のダイバーシティ受信を提供する方法であって、さらに、

前記メインアンテナで受信された前記無線信号を前記時間遅延無線信号に足し合わせる前に、前記メインアンテナで受信された前記無線信号を増幅する工程と、

前記メインアンテナで受信された前記無線信号を前記時間遅延無線信号に足し合わせる前に、前記ダイバーシティアンテナで受信された信号を増幅する工程とを有するダイバーシティ受信を提供する方法。

11. 請求の範囲第10項に記載のダイバーシティ受信を提供する方法であって、さらに、

前記ダイバーシティアンテナで受信された前記無線信号を帯域通過フィルターにかける工程を有するダイバーシティ受信を提供する方法。

【発明の詳細な説明】

携帯無線電話においてアンテナダイバーシティを提供する方法とその装置

発明の背景

I. 発明の分野

この発明は、通信システム、特にセルラー式電話や個人通信サービス(PCS)、無線構内交換機(PBX)、そして無線ローカルループ電話システムを含む無線通信システムに関する。さらに詳しくは、この発明は、セルラー式通信システムやマイクロセルラー式通信システム用に新しく改良された分散型アンテナシステムに関し、地球環境下において確実な信号受信の促進をはかるものである。

II. 関連技術の説明

符号分割多重接続(CDMA)変調技術は、多数のシステムユーザを有するような通信を容易にするのに用いられる技術のうちの一つである。この他の周波数ホッピングスペクトラム拡散や時分割多重接続(TDMA)、周波数分割多重接続(FDMA)、そして振幅コンパンド単側波帯変調のような振幅変調(AM)などの多元接続通信システム技術はよく知られているが、CDMAのスペクトラム拡散変調技術は多元接続通信システムに関して著しく有利である。多元接続通信システムにおけるCDMA技術の使用については、米国特許番号 4,901,307 の“SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS”「衛星または地上中継器を用いたスペクトラム拡散多元接続通信システム」に明らかにされており、本発明の譲り受け人に帰するものであり参考までにここに組み込んだ。

前述の特許においては、多元接続技術について開示されており、この中では多数の移動電話システムユーザの各々がトランシーバを有し、符号分割多重接続(CDMA)スペクトラム拡散通信信号を用いて衛星中継器または地上基地局(またはセルサイト局、セルサイト、または略してセルと呼ぶ)を介し、通信を行う。

CDMA変調技術の使用により、周波数スペクトラムを多数回再使用することができ、したがってシステムユーザの許容量の増加が可能となる。またCDMA変調技術の使用により、他の多元接続技術を用いるよりも非常に高いスペクトル効率が

得られる。

地上チャネル (channel) では、レイリーフェージングの特性を示す信号フェージングを経験する。この地上チャネル信号におけるレイリーフェージング特性は、様々な自然環境から反射される信号により生じる。信号は、多方向から、異なる伝送遅延を有して移動ユニット受信機へと到達する。セルラー移動電話システムを含む移動無線通信に通常用いられる UHF 周波数帯においては、異なる経路を進行する信号に著しい位相差が生じる。しばしば深いフェージングのために、信号が破壊的に合成される可能性が生じる。

地上チャネルフェージングは移動ユニットの物理的位置により非常に左右される。移動ユニットの位置が少しでも変化すると、全信号伝搬路の物理的遅延が変化し、さらにこれにより各経路に異なる位相が生じる。したがって、移動ユニットの動きは非常に急速なフェージング過程の原因となる。例えば、850 MHz のセルラー無線周波数帯において、このフェージングは一般に毎時毎マイル毎秒 1 フェードの自動車速度 (one fade per second per mile per hour of vehicle speed) と同じぐらい速い。これほど激しいフェージングは地上チャネルの信号を非常に混乱させるものであり、粗悪な通信特性の原因となる。移動ユニットにおけるフェージングの問題は、アンテナのパターンや利得に障害を与えるユーザの頭または手によりさらに悪化される。

米国特許番号 4,901,307 に開示されているダイレクトシーケンススペクトラム拡散 CDMA 変調技術は、衛星または地上中継器を利用した通信システムに用いられている狭帯域変調技術に対する多くの利点を提供している。地上チャネル (channel) は、特にマルチパス信号に関する通信システムに特殊な問題を生じる。CDMA 技術の使用により、例えばフェージングのようなマルチパスの悪影響が緩和される一方その利点が生かされ、地上チャネルの特殊な問題が克服される。

CDMA 通信システムにおいて、全基地局で通信用に同じ広帯域周波数チャネルが用いられることがある。一般的に、ある周波数帯が基地局から遠隔局または移

動局への通信 (順方向リンク) に用いられ、他の周波数帯が遠隔局、または、移動局から基地局への通信 (逆方向リンク) に用いられる場合、周波数分割方式が

使用される。同じ周波数帯を占める信号を区別するために、処理利得を提供する CDMA 波形特性も用いられる。さらに、高速 PN (pseudo noise) 変調により多くの異なる伝搬路が分離され、PN チップ持続時間、すなわち1/帯域幅を越える経路遅延の差が与えられる。およそ 1MHz の PN チップレートが CDMA システムに使用されると、帯域幅拡散とシステムデータレートとの比率に等しい全スペクトラム拡散処理利得が、経路遅延差が1マイクロセカンドよりも長い相互に異なる経路を識別するために利用される。1マイクロセカンドの経路遅延差はおよそ1,000 フィートの差動路程距離に相当する。都市環境は一般に1マイクロセカンドを上回る差動経路遅延を与え、ある地域では 10~20 マイクロセカンドまでの値が報告されている。

従来の電話システムに用いられているアナログ FM 変調のような狭帯域変調システムでは、多重経路の存在は激しいマルチパスフェージングの原因となる。しかしながら、広帯域 CDMA 変調においては、異なる経路は復調過程において識別され、これによりマルチパスフェージングの苛酷度は著しく低減される。特定のシステムに関しては、時として経路の遅延差が PN チップ持続時間よりも短いことがあるため、CDMA 識別技術を用いてもマルチパスフェージングが完全に除去されるわけではない。このオーダーの経路遅延を有する信号は復調器では識別できず、その結果ある程度のフェージングが残る。

したがって、このような通信システムにおいてフェージングを低減するような形態のダイバーシティが設けられることが望ましい。ダイバーシティはフェージングの悪影響を緩和するための一つのアプローチであり、時間ダイバーシティ、周波数ダイバーシティ、そして空間ダイバーシティの三つの主要ダイバーシティがある。

時間ダイバーシティは、反復、時間インターリービング(interleaving)、誤り検出、そして反復の一形態である補正コーディングをおこなうことで最適に得ることができる。本来広帯域信号である CDMA は、広範囲にわたる帯域幅に信号エネルギーを拡散することにより周波数ダイバーシティの形態を提供する。した

がって、周波数選択性フェージングは、CDMA 信号帯域幅のごく小部分にしか影

響を及ぼさない。空間ダイバーシティまたはパスダイバーシティは、二つ以上の基地局を経由して、移動ユーザへまたは移動ユーザからの、同時リンクを介する多重信号経路を設けることにより得られる。さらに、パスダイバーシティは、受信され別々に処理される異なる伝搬遅延を有する到達信号を受け入れ、スペクトラム拡散処理を通してマルチパス環境を利用することにより得られる。前述のダイバーシティのそれぞれを採用したセルサイトを有する CDMA 通信システムについては米国特許番号 5,280,472 の「CDMA MICROCELLULAR TELEPHONE SYSTEM AND DISTRIBUTED ANTENNA SYSTEM THEREFOR」 「CDMA マイクロセルラー式電話システムとそのための分散型アンテナシステム」において説明されており、本発明の譲り受け人に帰するものであり参考までにここに組み込んだ。この特許において、ダイバーシティは多数の受信機を有し、そのそれぞれが異なる経路を進行し異なる遅延を示す信号を受信する受信機構造に利用されている。

ダイバーシティを実現する一つの方法は、配列されたアンテナを使用することであり、これは前述した米国特許番号5,280,472に説明されている。この特許において、ダイバーシティを提供するためにセルサイト基地局に配列されたアンテナの使用が開示されており、一つの方法は、アンテナ同士をある程度離して置く方法である。この隔たりにより二つのアンテナは実質的に同じ受信可能範囲を有し、その一方で十分に離れて独立のフェージングを供給する。しかし、移動ユニットの大きさは比較的小さいため、物理的離隔距離のみに基づくフェージング特性において十分な独立性を設けるには、配置されたアンテナはお互いに近すぎる位置にある。移動ユニットにおいて受信ダイバーシティを実現するのにさらに有利な方法として、配置されたアンテナ一式の各アンテナに垂直偏波や水平偏波などのような異なる偏波を供給することが挙げられる。

標準的な地球環境には様々な方向に向いた、電波を反射するような表面を有する多くの物体が存在する。これにはビルディングなどの人造の構造物と丘や谷などの自然の地形との両方が含まれる。したがって、地球環境下における移動ユニットはセルサイトにある固定アンテナへ、または、固定アンテナから移動ユニットへの様々な信号経路を有する。これらの信号経路は、地球環境における物体の

反射表面からの多重反射を伴う。信号の各反射により、その反射角に依存して反射信号の偏波が回転される。したがって、同じ表面から反射して異なる偏波を有する二つの信号は、異なる位相特性を有した信号経路を形成し、位相特性が異なるため二つの信号は異なるフェージング特性を有する。この過程のおかげで、異なる偏波を有し配列された二つのアンテナは、お互いに非常に近くに位置していたとしても高度のフェージングにおける独立性を有している。

前述の米国特許番号5,280,472において採用されたダイバーシティの他の方法は、パスダイバーシティである。パスダイバーシティでは、信号は多数のアンテナから放射され、一つ以上の伝搬経路を提供する。二つ以上のアンテナが移動ユニットの受信機へ満足な通信経路を提供できれば、パスダイバーシティを介してフェージングの緩和が行われる。同様に、逆方向リンク通信経路がパスダイバーシティの利用により強化される。

前述した特許と特許応用例は、多数の移動電話システムユーザが、スペクトラムを多数回使用できる符号分割多重接続スペクトラム拡散変調を用いて、衛星中継器または地上基地局を介して通信するという新しい多元接続技術について開示している。その結果としてのシステム設計において、従来の多元接続技術によるよりも高いスペクトル効率が得られる。

発明の要約

この発明は、移動ユニットにおけるフェージングの影響を緩和するために、時間ダイバーシティと空間ダイバーシティ、そしてアンテナパターンダイバーシティを設けたダイバーシティアンテナシステムを包含する。このシステムは複数のアンテナを具備し、これらのアンテナはダイバーシティアンテナとメインアンテナを具備する。メインアンテナとダイバーシティアンテナは、非常に異なるアンテナ利得を有するよう物理的に分離かつ指向されている。第一の実施例において、ダイバーシティアンテナは受信アンテナとしてのみ機能し、一方メインアンテナは送信と受信の両役割を担う。第二の実施例において、メインアンテナとダイバーシティアンテナの両方が信号の送受信を行う。遅延回路はダイバーシティアンテナを加算器に連結し、ここでメインアンテナとダイバーシティアンテナそれぞれ

れで受信された信号が合成される。

メイン信号とダイバーシティ信号の合成により、二つのアンテナの物理的離隔距離による空間ダイバーシティが提供される。また、メインアンテナとダイバーシティアンテナのパターン/利得が非常に異なるように指向されているか、または、二つのアンテナが別々に偏波された場合、アンテナパターンダイバーシティが提供される。ダイバーシティ信号がメイン信号に足される前に、遅延をダイバーシティ信号に挿入することで時間ダイバーシティが提供され、二つの信号は移動ユニットのレーキ受信機により識別される。

加算器の出力は CDMA 移動ユニットの標準受信回路に与えられる。レーキ受信機は信号をメイン信号とダイバーシティ信号の成分に分解する。ダイバーシティ結合器と複号器はその後、信号成分の時間調整を行い、足し合わせ、その合成信号を復号する。ここで、メイン信号とダイバーシティ信号は、他の多重受信経路によって生じる信号の組合わせと全く同じ方法で、既存の移動ユニット受信回路により処理される。本発明の合成信号の処理に既存の移動ユニット受信回路を使用することにより、多重受信チェーン (chains) のサイズやコスト、重量の追加の必要性がなくなり、その一方でダイバーシティアンテナを設けることにより遂行される様々な形態のダイバーシティを利用できる。CDMA 移動ユニットの既存の RF 回路と共に本発明を使用することにより克服された他の点として、独立したアンテナにそれぞれ連結される多重受信経路を選択するスイッチを使用する際につきものの損失を防ぐことが可能であることが挙げられる。

図面の簡単な説明

本発明の特徴や目的そして利点は、それぞれの参考特性が関連付けられた図と共に以下の詳細な説明からさらに明白となるであろう。図に関して、図1は本発明におけるダイバーシティアンテナシステムの第一の実施例を、図2は本発明におけるダイバーシティアンテナシステムの第二の実施例を、そして図3は本発明におけるダイバーシティアンテナシステムと共に使用可能な CDMA 移動ユニットを示している。

実施例の詳細説明

図1に示される第一の実施例において、メインアンテナ100は信号の送信と受信の両方に、そしてダイバーシティアンテナ105は受信のみに利用される。メインアンテナ100は送受切替器115に結合され、送受切替器115は送信回路と受信回路の両方をメインアンテナ100に連結する。送信回路は電力増幅器140を通過して送受切替器115に連結される。送受切替器115の受信出力部は第一低雑音増幅器120を通過して加算器135に結合される。

ダイバーシティアンテナ105で受信された信号は、帯域通過フィルター110を通過されて、疑似受信信号が所望の受信帯域幅外へと除去され、その後、第二低雑音増幅器125により増幅される。遅延130は第二低雑音増幅器125と加算器135の間に挿入される。この遅延130は必要とされる時間ダイバーシティを提供するので、ダイバーシティアンテナ105で受信された信号は受信回路のレーキ受信機によりメインアンテナ100で受信される信号から識別されることが可能であり、これについては後述する(Fig. 2参照)。好ましい実施例において、この遅延は5 μ sから10 μ sのオーダーであり、メインアンテナ100から反射される大信号を妨害することなく、レーキ受信機で適切な受信をおこなうために十分な時間ダイバーシティを提供する。遅延130により遅延された後にダイバーシティアンテナ105で受信された信号は加算器135に与えられ、メインアンテナ100で受信された信号と合成される。

移動ユニットにおいて使用される本発明のダイバーシティアンテナ技術の第二実施例を図2に示す。図1に示される第一実施例とは異なり、この第二実施例においては、信号の送信と受信の両方に、メインアンテナ200に加えてダイバーシティアンテナ205が使用される。また、図1の第一実施例と同様に、送受切替器220は送信回路と受信回路の両方をメインアンテナ200に連結するが、この第二実施例においては、送信回路と受信回路をダイバーシティアンテナ205にも連結する。

メインアンテナ200は加算器235を介して送受切替器220に連結される。ダイバーシティアンテナ205は遅延230と加算器235の両方を介して送受切替器220に連結される。図1における第一実施例のように、遅延230は時間遅延をダイバ

ーシティアンテナ205 で受信された信号に挿入し、要求される時間ダイバーシティを提供する。これによりダイバーシティアンテナ205 で受信された信号は、移動ユニット受信回路のレーキ受信機によりメインアンテナ200 で受信された信号から識別されることが可能となる。メインアンテナ200 とダイバーシティアンテナ205 で受信された信号は、送受切替器220 に入力される前に加算器235 で合成される。送受切替器220 の送信入力部は、電力増幅器240 を介して移動ユニットの送信回路に、受信入力部は低雑音増幅器250 を介して移動ユニットの受信回路に結合される。

図2の第二実施例は、移動ユニットが送信する場合にメイン信号と遅延ダイバーシティ信号の両方が移動ユニットから送信されるという点で図1の第一実施例とは異なる。この第二実施例においては、逆方向リンクの場合に、時間ダイバーシティと空間ダイバーシティの両方が提供される。移動ユニットにより提供されるこの時間ダイバーシティと空間ダイバーシティの利用が可能な CDMA 基地局については、前述米国特許5,280,472で説明されている。

前述の両実施例において、メインアンテナ 100、200 そしてダイバーシティアンテナ 105、205 は物理的に隔離されており、受信時には空間ダイバーシティが提供される。セルサイトから移動ユニットへの順方向リンクにおける信号は、メインアンテナ 100、200 またはダイバーシティアンテナ 105、205 のどちらかにおいてフェージングを経験するかもしれない。しかし、順方向リンクの経路の長さがメインアンテナ 100、200 とダイバーシティアンテナ 105、205 で物理的に異なるため、それぞれの実施例における両アンテナが同時にフェージングを経験することは起こり得ない。さらに、前述の各実施例のダイバーシティアンテナ 105、205 には偏波を生じさせるか、またはメインアンテナ 100、200 の利得パターンとは異なる利得パターンを有するように移動ユニット中に物理的に指向することが可能である。このようなアプローチの一つとして、ダイバーシティアンテナ105、205をメインアンテナ 100、200 に垂直になるよう取り付け。この場合、操作位置における移動体の方向による偏波損失が低減される。他のアプローチとして、例えばわく形アンテナとロッドアンテナというような二つの異なる型のアンテナを使用する。このような場合、わく形アンテナはロッドアンテナとは異なるアン

テナパ

ターンを有する。

前述の各実施例においてダイバーシティアンテナ 105, 205 の存在により、移動ユニットの受信チェーンにおける全雑音指数がダイバーシティアンテナの無かった場合よりも減少される。さらに、ダイバーシティアンテナ 205 が送受信をおこなう第二実施例においては、このアンテナの存在により移動ユニットの全送信電力が減少される。これらの因子は、移動ユニットの設計においてアンテナダイバーシティとアンテナ関連の損失との間にトレードオフ (tradeoff) を与える。このトレードオフに対処するために、本発明の各実施例において加算器 135、235は、それぞれダイバーシティ信号をメイン信号とは異なる重みと合成する。これは特に、ダイバーシティアンテナ205 が信号の送受信をおこなう第二実施例において便利である。例えば、雑音指数において 3 dB の損失があり送信電力が要求されない場合、ダイバーシティアンテナ205 で受信される信号は加算器235において、メインアンテナ200 で受信される信号よりもさらに低い重みと合成される。この場合、ダイバーシティアンテナ205 によるダイバーシティのメリットは理論上可能であるよりも少ないが、満足のいく性能を提供するものである。例をあげると、ユーザの頭付近で移動局が動作している場合は、アンテナパターンにおいて 20 dBから 30 dB程度のヌルは一般的である。ダイバーシティ信号がメイン信号よりも 10 dB低い重みと合成されると、ダイバーシティアンテナ205 の存在による著しい雑音指数または送信電力の損失もなく、ヌル度がおよそ 10 dBに制限される。

前述の各実施例において、ダイバーシティ信号を加算器 135, 235 においてメイン信号と合成する前に遅延 130, 230 において時間遅延させることにより、時間ダイバーシティが得られる。この時間ダイバーシティは、CDMA 波形に用いられるPNシーケンスの直交性により可能となる。以下に説明するように、加算器 135, 235で生成される合成信号は、メイン信号とダイバーシティ信号を分離し、それらを時間調整し、その後再結合する処理が成される。

代わりの実施例では、レーキ受信機より前の受信経路のいかなる点においても

、加算することが可能であるということに注意したい。例えば、(IF において)
) ダウンコンバートした後に合成をおこなう一利点として、RFにおけるよりも I
F に

における時間遅延の方が容易に実現できることが挙げられる。しかしながら、合成
点以前のダイバーシティ受信経路における回路の重複に関して付随するトレード
オフが存在する。

図3は本発明のダイバーシティアンテナ技術と共に使用可能な CDMA 移動ユニ
ットのブロック図を示している。受信機304 は、増幅と周波数のダウンコンバー
トを行うために、前述実施例のおおのの受信経路から RF 周波数信号を受信す
る。受信した信号は、フィルターにかけられデジタル化されて、デジタルデータ
受信機 310A~310N と探索受信機314 に与えられる。受信機 304、デジタルデー
タ受信機 310A~310N、そして探索受信機314 についてのさらなる詳細は、米国
特許番号5, 103, 459の"SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING SIGNAL WAVEFORMS IN
A CDMA CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM"「CDMA セルラー移動電話システム
における信号波形発生システムとその方法」と、米国特許番号5, 109, 390の"DIVE
RSITY RECEIVER IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM"「CDMA セルラー式電話
システムにおけるダイバーシティ受信機」に示されており、本発明の譲り受け人
に帰するものである。

受信機304 は移動ユニットの送信電力を調整する電力制御機能も果たす。受信
機304 はアナログ電力制御信号を生成し、これは送信電力制御回路308 に供給さ
れる。

アナログ受信機304 から出力されるデジタル信号は、前述実施例のメイン信号
と時間遅延されたダイバーシティ信号を含み、なおかつ現行の基地局と全近隣基
地局から送信されるパイロット搬送波と共に多くの通話中信号をも包含する。受
信機 310A~310N の機能は、これらのデジタル信号と適切な PN シーケンスの相
関をとることである。この相関処理により、適切な PN シーケンスに合致する信
号の信号対混信比を増大し、一方で他の信号は増大しないという「プロセッシング
ゲイン」として技術上良く知られている特性が得られる。相関をとられた出力は

その後、最も近い基地局からのパイロット搬送波を搬送波位相リファレンスとして用いて同時に検出される。この検出過程の結果は一連の符号化データシンボルである。

本発明において使用された PN シーケンスの特性は、本発明における時間遅延

ダイバーシティ信号と同様、地球環境下においてマルチパス伝送によって生じるものを含むダイバーシティ信号に識別が施されることである。信号が一つ以上の経路、または本発明においては一つ以上のアンテナを通り抜けて移動受信機に到達すると、信号の受信時間に差が生じる。この時間差が一チップ持続時間を超えると、相関処理により信号が識別される。データ受信機は先に到着した信号または後に到着した信号のどちらかを追跡し復調する。二つ以上の受信機、一般には三つ、が備えられていると、多数の独立経路が並行して追跡かつ処理可能となる。

探索受信機314 は制御プロセッサ316 の制御下において、受信した他のマルチパスパイロット信号用の基地局のパイロット信号のノミナルタイム (nominal time) 前後の時間域を連続的に走査するためのものである。受信機314 はノミナルタイム (nominal time) 以外の時間における所望の波形のいかなる受信強度をも計測する。受信機314 は、受信信号の信号強度を比較し、最も強い信号を指示する制御プロセッサ316 に信号強度信号を与える。プロセッサ316 は制御信号をデータ受信機 310A~310N に与え、それぞれの受信機は最も強い信号のうちそれぞれ異なる一つを処理する。

受信機 310A~310N の出力はダイバーシティ結合器及び復号器回路318 に供給される。ダイバーシティ結合器回路は回路318 中に包含され、受信シンボルの二つのストリームのタイミングを調整して整列させ、それらを足し合わせる。この足し合わせ処理は、二つのストリームの相対信号強度に対応する数を二つのストリームに乗ずることにより進めることができる。この操作は極大比ダイバーシティ結合と考えられる。結合された信号のストリームはその後、回路318 中に包含される前方誤り訂正 (FEC) 復号器を用いて復号される。通常のデジタルベースバンド装置はデジタルボコーダーシステムであり、CDMA システムは多様なボコ

ーダー設計に対応するよう設計されている。

ベースバンド回路320 は一般に可変比型のデジタルボコーダー（表示されていない）を有する。ベースバンド回路320 はさらに、電話器または他の種類の周辺デバイスとのインターフェースとしての役割を果たす。ベースバンド回路320 は回路318 から供給された情報に応じて、出力情報信号をユーザに提供する。

移動ユニットー基地局間のリンク（逆方向リンク）において、ユーザのアナロ

グ音声信号は一般に送受話器を介してベースバンド回路320 への入力として与えられる。ベースバンド回路320 は、アナログ信号をデジタル信号に変換するアナログデジタル（A/D）変換器（表示されていない）を有する。デジタル信号はデジタルボコーダーに与えられ、そこで符号化される。ボコーダーの出力は前方誤り訂正（FEC）符号化回路（表示されていない）に与えられる。好ましい実施例において、実現された誤り訂正符号化はたたみ込み符号化方式によるものである。デジタル符号化信号はベースバンド回路320から送信変調器322へと出力される。

送信変調器322 は送信データを符号化し、好ましい実施例においては、ウォルシュコードに基づく 64 の直交信号技術が用いられ、その後PN搬送波信号の符号化された信号を変調する。このPN搬送波信号のPNシーケンスは全移動ユニットの間では共通であるが、各ユニットごとに異なるコード位相オフセットを有しこれは通話用に移動局に割り当てられる。代わりに、通話用に割り当てられたアドレス機能に従いPN シーケンスを選択することができる。PN シーケンスは、基地局から送信され受信機 310A～310N と制御プロセッサ316 により復号された通話セットアップ情報から、制御プロセッサ316 により決定される。制御プロセッサ316 はコールデコーディング（call decoding）を行うため、PN シーケンス情報を送信変調器322 と受信機310A～310N に供給する。さらに、外部PNコードがPN信号拡散に用いられる。データ変調に関する更なる詳細は前述の米国特許番号5, 103, 459で開示されている。

送信変調器322 はさらに、変調信号をアナログ信号に変換し IF 搬送波に変調する。送信変調器322 からの IF 信号出力は送信電力制御回路308 に与えられる

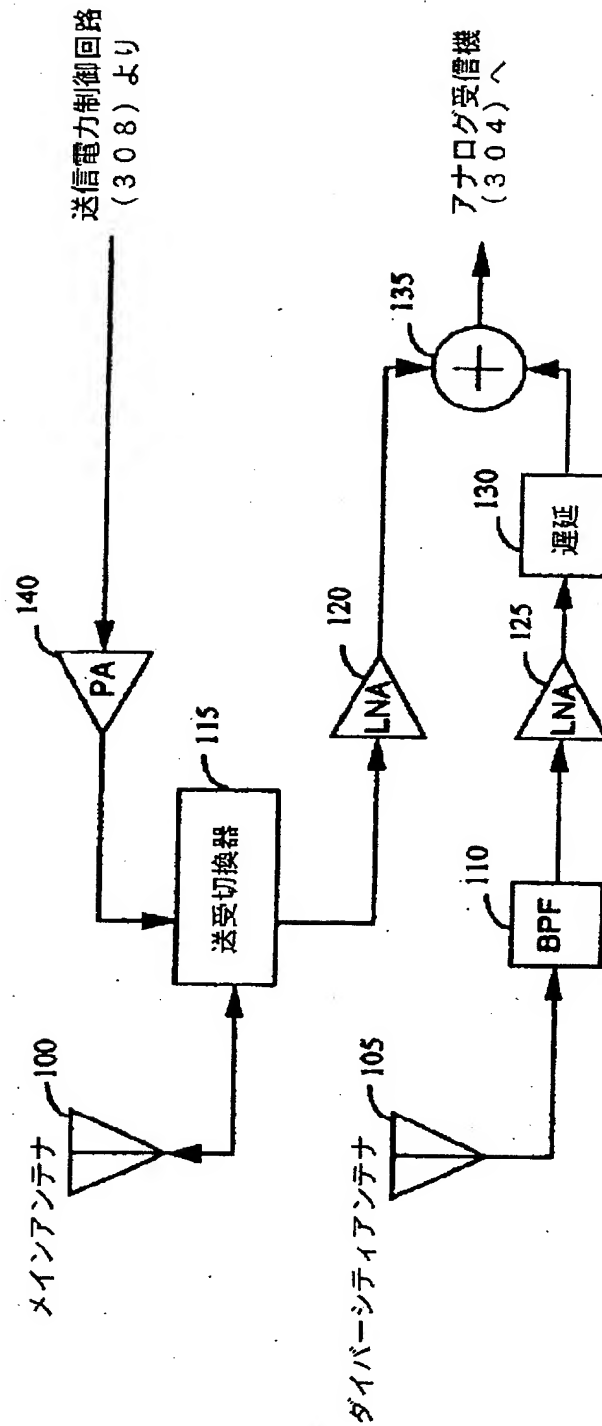
。この回路308 において、送信信号電力は受信機304 からのアナログ電力制御信号により制御される。電力調整コマンドの形態で基地局から送信される制御ビットはデータ受信機 310A~310N により処理され、制御プロセッサ316 に与えられる。このような電力調整コマンドは移動ユニット伝送時に電力レベルを設定する際に制御プロセッサ316 において使用される。これらのコマンドに応じて、制御プロセッサ316 はデジタル電力制御信号を発生し、この信号は回路308 に与えられる。電力制御に関する受信機 310A~310N と受信機314、制御プロセッサ316、そして送信電力制御回路 308 の関係についての詳しい情報は、米国特許番号5,056,109

の“METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING TRANSMISSION POWER IN A CDMA CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM”「CDMA セルラー移動電話システムにおいて送信電力を制御する方法とその装置」において得ることが可能であり、本発明の譲り受け人に帰するものである。電力制御された変調信号は、送信電力制御回路308 により本発明の送信電力増幅回路 140,240 に出力される。

好ましい実施例についての先の説明は、この分野において技術を有する者が本発明を作る、または使用することができるように提供したものである。前述した実施例への様々な改良はこの分野において技術を有する者であれば容易に行うことができ、またここで定義されている一般的な原理を他の実施例に適用するのに発明的才能は必要ではない。したがって、本発明はここに示された実施例に制限されるものではなく、ここに公表した原理と新しい特色に一致して広範囲にわたり提供されるものである。

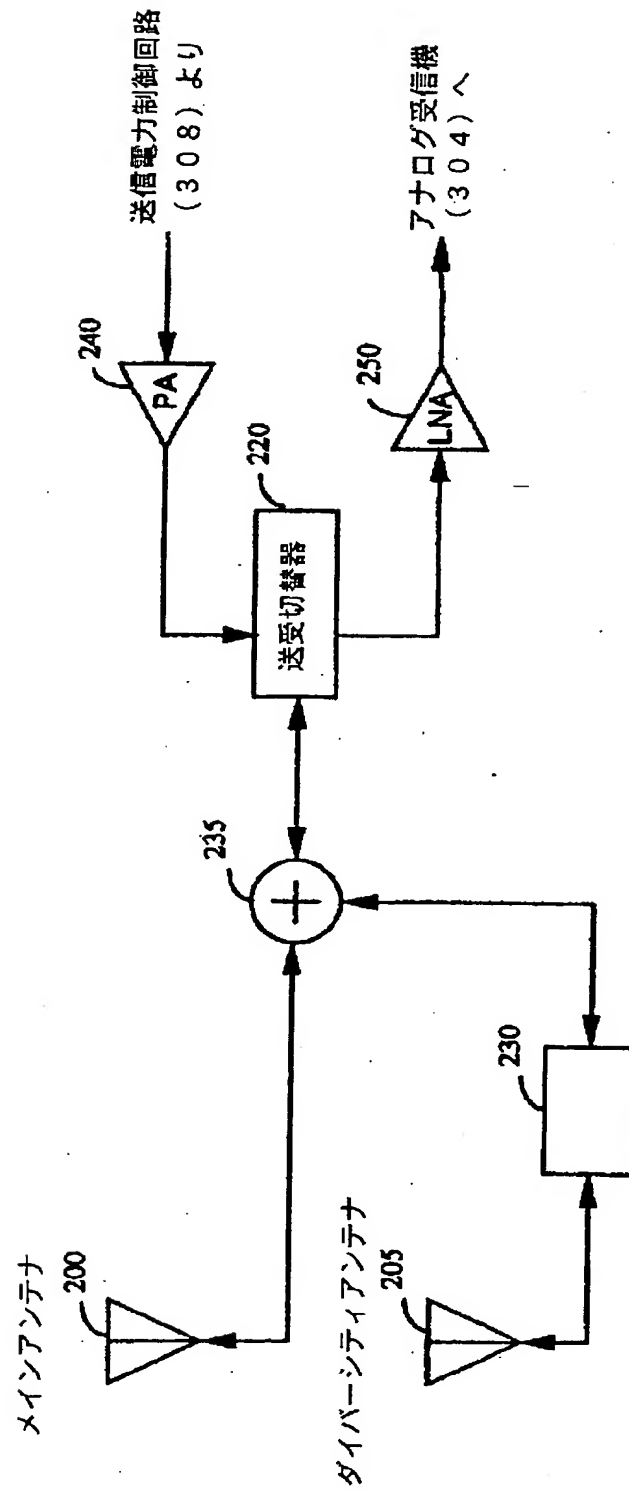
【図1】

【図1】



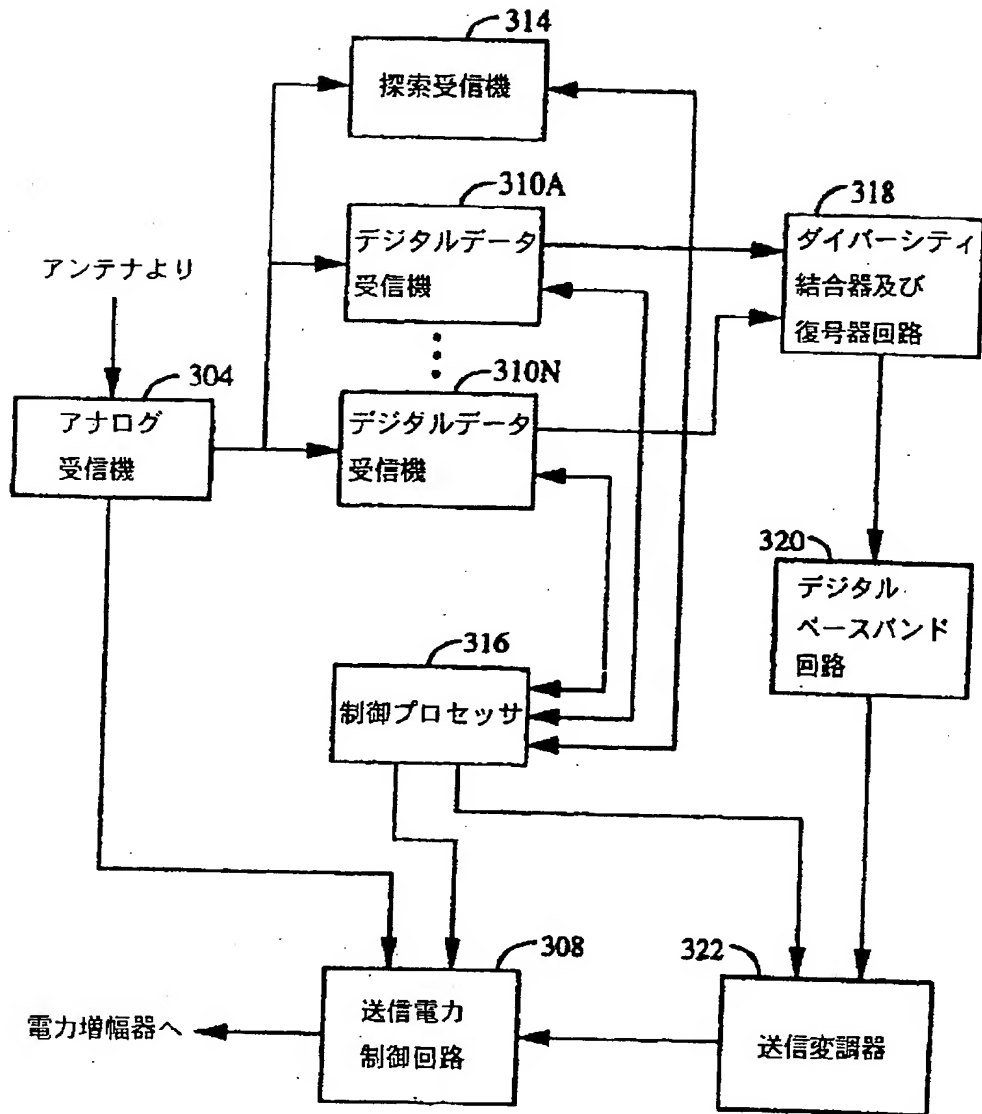
【図2】

【図2】



【図3】

【図 3】



【國際調查報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

<p>International Application No PCI/US 96/20656</p>										
<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H04B7/08</p>										
<p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>										
<p>B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H04B</p>										
<p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p>										
<p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)</p>										
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category *</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claims No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 5 422 908 A (SCHILLING DONALD L) 6 June 1995</td> <td>1,9,10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>see column 1, line 29 - line 53 see column 2, line 7 - line 17 see column 3, line 1 - line 48; figures 1,2 see column 1, line 54 - line 63 see column 4, line 49 - column 5, line 18; figure 3 see column 5, line 47 - column 6, line 29 --- -/--</td> <td>2-4,6,7, 11</td> </tr> </tbody> </table>		Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claims No.	X	US 5 422 908 A (SCHILLING DONALD L) 6 June 1995	1,9,10	Y	see column 1, line 29 - line 53 see column 2, line 7 - line 17 see column 3, line 1 - line 48; figures 1,2 see column 1, line 54 - line 63 see column 4, line 49 - column 5, line 18; figure 3 see column 5, line 47 - column 6, line 29 --- -/--	2-4,6,7, 11
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claims No.								
X	US 5 422 908 A (SCHILLING DONALD L) 6 June 1995	1,9,10								
Y	see column 1, line 29 - line 53 see column 2, line 7 - line 17 see column 3, line 1 - line 48; figures 1,2 see column 1, line 54 - line 63 see column 4, line 49 - column 5, line 18; figure 3 see column 5, line 47 - column 6, line 29 --- -/--	2-4,6,7, 11								
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.</p>										
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"A" document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>		<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"A" document member of the same patent family</p>							
<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"A" document member of the same patent family</p>									
<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p>29 April 1997</p>	<p>Date of mailing of the international search report</p> <p>29. 05. 97</p>									
<p>Name and mailing address of the ISA</p> <p>European Patent Office, P.O. Box 5111 Patentplan 2 NL - 1280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016</p>	<p>Authorized officer</p> <p>Bossen, M</p>									

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PC1/US 96/20656

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 259 430 A (MOTOROLA LTD) 10 March 1993 see page 2, line 3 - line 25 see page 4, line 1 - page 6, line 10; figures 1,2 see page 7, line 36 - line 37; claims 1,12,16	1,9,10
Y	GB 2 237 706 A (RACAL RES LTD) 8 May 1991 see page 5, line 10 - page 10, line 20; figures 1-3	2-4,6,7, 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PC1/US 96/20656

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5422908 A	06-06-95	CA 2136408 A	23-05-95
GB 2259430 A	10-03-93	AU 2098192 A	11-03-93
		CA 2076290 A	08-03-93
		DE 4229573 A	15-04-93
		FR 2682838 A	23-04-93
		IL 102817 A	19-01-96
		IT 1258477 B	26-02-96
		JP 6169273 A	14-06-94
		SE 9202541 A	08-03-93
GB 2237706 A	08-05-91	NONE	

フロントページの続き

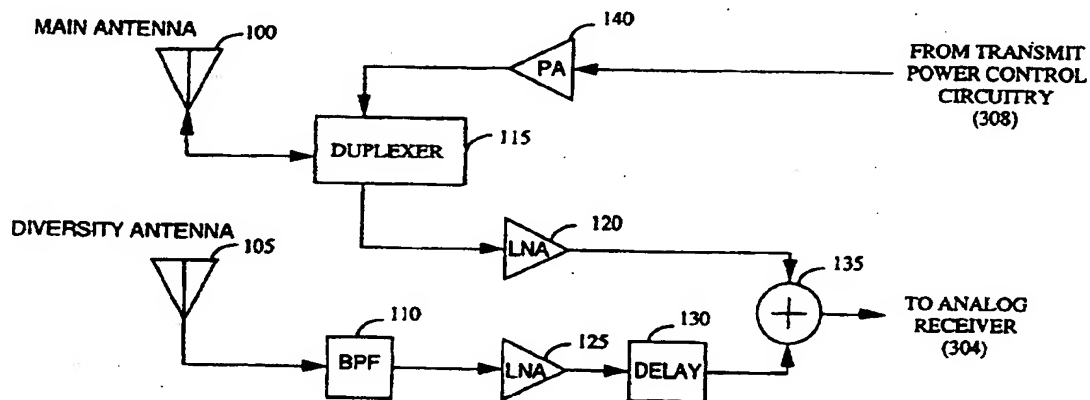
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L U, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(KE, LS, MW, SD, S Z, UG), UA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, G E, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, P L, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN



INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification ⁶ : H04B 7/08	A1	(11) International Publication Number: WO 97/24818 (43) International Publication Date: 10 July 1997 (10.07.97)
(21) International Application Number: PCT/US96/20656 (22) International Filing Date: 23 December 1996 (23.12.96) (30) Priority Data: 579,895 28 December 1995 (28.12.95) US (71) Applicant: QUALCOMM INCORPORATED [US/US]; 6455 Lusk Boulevard, San Diego, CA 92121 (US). (72) Inventor: KORNFIELD, Richard, K.; 12384 Brickella Drive, San Diego, CA 92129 (US). (74) Agents: OGROD, Gregory, D. et al.; Qualcomm Incorporated, 6455 Lusk Boulevard, San Diego, CA 92121 (US).	(81) Designated States: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, ARIPO patent (KE, LS, MW, SD, SZ, UG), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Published <i>With international search report. Before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of the receipt of amendments.</i>	

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING ANTENNA DIVERSITY IN A PORTABLE RADIOTELEPHONE



(57) Abstract

A diversity antenna system in a mobile unit which provides time, space and antenna pattern diversity to mitigate the effects of fading at a CDMA mobile unit. The system is comprised of a diversity antenna (105) and a main antenna (100). The main antenna (100) and diversity antenna (105) are physically separated and oriented such that they have different antenna gain patterns. In a first embodiment, the diversity antenna (105) functions as a receive antenna only, while the main antenna (100) performs both transmit and receive functions. In a second embodiment, both the main antenna (100) and the diversity antenna (105) transmit and receive signals. A delay circuit (130) couples the diversity antenna (105) to a summer (135) which sums the signals received by the main antenna (100) and the diversity antenna (105), respectively.

FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AM	Armenia	GB	United Kingdom	MW	Malawi
AT	Austria	GE	Georgia	MX	Mexico
AU	Australia	GN	Guinea	NE	Niger
BB	Barbados	GR	Greece	NL	Netherlands
BE	Belgium	HU	Hungary	NO	Norway
BF	Burkina Faso	IE	Ireland	NZ	New Zealand
BG	Bulgaria	IT	Italy	PL	Poland
BJ	Benin	JP	Japan	PT	Portugal
BR	Brazil	KE	Kenya	RO	Romania
BY	Belarus	KG	Kyrgyzstan	RU	Russian Federation
CA	Canada	KP	Democratic People's Republic of Korea	SD	Sudan
CF	Central African Republic	KR	Republic of Korea	SE	Sweden
CG	Congo	KZ	Kazakhstan	SG	Singapore
CH	Switzerland	LI	Liechtenstein	SI	Slovenia
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SK	Slovakia
CM	Cameroon	LR	Liberia	SN	Senegal
CN	China	LT	Lithuania	SZ	Swaziland
CS	Czechoslovakia	LU	Luxembourg	TD	Chad
CZ	Czech Republic	LV	Latvia	TG	Togo
DE	Germany	MC	Monaco	TJ	Tajikistan
DK	Denmark	MD	Republic of Moldova	TT	Trinidad and Tobago
EE	Estonia	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Spain	ML	Mali	UG	Uganda
FI	Finland	MN	Mongolia	US	United States of America
FR	France	MR	Mauritania	UZ	Uzbekistan
GA	Gabon			VN	Viet Nam

METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING ANTENNA DIVERSITY IN A PORTABLE RADIOTELEPHONE

BACKGROUND OF THE INVENTION

5

I. Field of the Invention

The present invention relates to communication systems, particularly wireless communication systems including cellular telephones, personal communication services (PCS), wireless private branch exchange (PBX) and wireless local loop telephone systems. More specifically, the present invention relates to a novel and improved distributed antenna system for cellular and microcellular communication systems to facilitate reliable signal reception in a terrestrial environment.

15

II. Description of the Related Art

The use of code division multiple access (CDMA) modulation techniques is one of several techniques for facilitating communications in which a large number of system users are present. Other multiple access communication system techniques, such as frequency hopping spread spectrum, time division multiple access (TDMA), frequency division multiple access (FDMA) and amplitude modulation (AM) schemes such as amplitude companded single sideband (ACSSB) are known in the art. However, the spread spectrum modulation technique of CDMA has significant advantages over these modulation techniques for multiple access communication systems. The use of CDMA techniques in a multiple access communication system is disclosed in U.S. Patent No. 4,901,307, entitled "SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS", assigned to the assignee of the present invention, and is incorporated herein by reference.

In the just mentioned patent, a multiple access technique is disclosed where a large number of mobile telephone system users, each having a transceiver, communicate through satellite repeaters or terrestrial base stations (also referred to as cell-site stations, cell-sites, or for short, cells) using code division multiple access (CDMA) spread spectrum communication signals. By using CDMA modulation techniques, the frequency spectrum can be reused multiple times thus permitting an increase in system user capacity. The use of CDMA modulation techniques

results in a much higher spectral efficiency than can be achieved using other multiple access techniques.

The terrestrial channel experiences signal fading that is characterized by Rayleigh fading. The Rayleigh fading characteristic in the terrestrial channel signal is caused by the signal being reflected from many different features of the physical environment. As a result, a signal arrives at a mobile unit receiver from many directions with different transmission delays. At the UHF frequency bands usually employed for mobile radio communications, including those of cellular mobile telephone systems, significant phase differences in signals traveling on different paths may occur. The possibility for destructive summation of the signals may result, with occasional deep fades occurring.

Terrestrial channel fading is a very strong function of the physical position of the mobile unit. A small change in position of the mobile unit changes the physical delays of all the signal propagation paths, which further results in a different phase for each path. Thus, the motion of the mobile unit through the environment can result in a quite rapid fading process. For example, in the 850 Mhz cellular radio frequency band, this fading can typically be as fast as one fade per second per mile per hour of vehicle speed. Fading this severe can be extremely disruptive to signals in the terrestrial channel resulting in poor communication quality. The problem of fading at the mobile unit is further exacerbated by the user's head or hand interfering with the antenna pattern and gain.

The direct sequence spread spectrum CDMA modulation techniques disclosed in U.S. Patent No. 4,901,307 offer many advantages over narrow band modulation techniques used in communication systems employing satellite or terrestrial repeaters. The terrestrial channel poses special problems to any communication system particularly with respect to multipath signals. The use of CDMA techniques permit the special problems of the terrestrial channel to be overcome by mitigating the adverse effect of multipath, e.g. fading, while also exploiting the advantages thereof.

In a CDMA communication system, the same wideband frequency channel can be used for communication by all base stations. Typically, a frequency division scheme is used where one frequency band is used for communications from the base stations to the remote or mobile stations (forward link) and another for communications from the remote or mobile stations to the base stations (reverse link). The CDMA waveform properties that provide processing gain are also used to discriminate between signals that occupy the same frequency band. Furthermore the high speed pseudo

noise (PN) modulation allows many different propagation paths to be separated, provided the difference in path delays exceed the PN chip duration, i.e. $1/\text{bandwidth}$. If a PN chip rate of approximately 1 Mhz is employed in a CDMA system, the full spread spectrum processing gain, equal to the ratio of the spread bandwidth to system data rate, can be employed to discriminate against paths that differ by more than one microsecond in path delay from each other. A one microsecond path delay differential corresponds to differential path distance of approximately 1,000 feet. The urban environment typically provides differential path delays in excess of one microsecond, and up to 10-20 microseconds are reported in some areas.

In narrow band modulation systems such as the analog FM modulation employed by conventional telephone systems, the existence of multiple paths results in severe multipath fading. With wideband CDMA modulation, however, the different paths may be discriminated against in the demodulation process. This discrimination greatly reduces the severity of multipath fading. Multipath fading is not totally eliminated in using CDMA discrimination techniques because there occasionally are paths with delayed differentials of less than the PN chip duration for the particular system. Signals having path delays on this order cannot be discriminated against in the demodulator, resulting in some degree of fading.

It is therefore desirable in the such communication systems that some form of diversity be provided which would permit a system to reduce fading. Diversity is one approach for mitigating the deleterious effects of fading. Three major types of diversity exist: time diversity, frequency diversity, and space diversity.

Time diversity can best be obtained by the use of repetition, time interleaving, and error detection and correction coding which is a form of repetition. CDMA by its inherent nature of being a wideband signal offers a form of frequency diversity by spreading the signal energy over a wide bandwidth. Therefore, frequency selective fading affects only a small part of the CDMA signal bandwidth. Space or path diversity may be obtained by providing multiple signal paths through simultaneous links to or from a mobile user through two or more base stations. Furthermore, path diversity may be obtained by exploiting the multipath environment through spread spectrum processing by allowing signals arriving with different propagation delays to be received and processed separately. A CDMA communication system wherein the cell-sites employ each of the above-described types of diversity is described in U. S. Patent No. 5,280,472, entitled "CDMA

MICROCELLULAR TELEPHONE SYSTEM AND DISTRIBUTED ANTENNA SYSTEM THEREFOR", which is assigned to the assignee of the present invention and is incorporated herein by reference. In the just-mentioned patent, diversity is exploited by the provision of a "rake" receiver architecture in which multiple receivers are provided, each capable of receiving a signal that has traveled a different path and therefore exhibits a different delay.

One way to achieve diversity is the use of collocated antennas as described in above mentioned U. S. Patent No. 5,280,472. In the just mentioned patent, a communication system is disclosed which uses collocated antennas at the cell-site base station to provide diversity. One way in which this is done is to place the antennas some distance apart. The distance should allow the two antennas to have substantially the same coverage area while being spaced apart enough to provide independent fading. However, due to the relatively small size of a mobile unit, the collocated antennas may be too close together to provide adequate independence in fading characteristics based on physical separation distance alone. A more advantageous way to achieve receive diversity in a mobile unit is to provide each antenna of a set of collocated antennas with a different polarization, such as vertical and horizontal polarization.

A standard terrestrial environment contains many objects with radio-reflective surfaces oriented at many different angles. These include both man-made structures such as buildings, and natural land features such as hills and valleys. Thus, a mobile unit within the terrestrial environment has a variety of signal paths to and from a fixed antenna located at a cell site. This variety of signal paths involves multiple reflections from the reflective surfaces of the objects in the terrestrial environment. Depending on the angles involved, each reflection of a signal may rotate the polarization of the reflected signal. Therefore two signals having different polarization reflecting from the same set of surfaces form two signal paths having different phase characteristics. Because the signals have different phase characteristics, they also have different fading characteristics. Due to this process, two collocated antennas where the antennas have two different polarizations possess a high degree of independence in fading even if the antennas are placed very close to one another.

Another method of diversity exploited in the above-mentioned U.S. Patent No. 5,280,472 is path diversity. In path diversity, the signal is radiated from multiple antennas, providing more than one propagation path. If two or more antennas can provide acceptable communication paths to the

mobile unit receiver then fading mitigation through path diversity can be obtained. Similarly, the reverse link communication paths can be enhanced by exploiting path diversity.

The above mentioned patents and patent applications disclose a novel multiple access technique wherein a large number of mobile unit telephone system users communicate through satellite repeaters or terrestrial base stations using code division multiple access spread spectrum modulation that allows the spectrum to be used multiple times. The resulting system design has a much higher spectral efficiency than can be achieved using previous multiple access techniques.

SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention encompasses a diversity antenna system in a mobile unit which provides time, space and antenna pattern diversity to mitigate the effects of fading at the mobile unit. The system is comprised of a plurality of antennas. The plurality of antennas are comprised of a diversity antenna and a main antenna. The main antenna and diversity antenna are physically separated and oriented such that they have very different antenna gain patterns. In a first embodiment, the diversity antenna functions as a receive antenna only, while the main antenna performs both transmit and receive functions. In a second embodiment, both the main antenna and the diversity antenna transmit and receive signals. A delay circuit couples the diversity antenna to a summer which sums the signals received by the main antenna and the diversity antenna, respectively.

Summing the main and diversity signals provides space diversity due to the physical separation distance of the two antennas. It also provides antenna pattern diversity when the main and diversity antennas are oriented in such a way that their pattern/gain is very different, or when they are differently polarized. Introducing a delay in the diversity signal before it is summed with the main signal provides time diversity so that the two signals can be discriminated by the rake receiver of the mobile unit.

The output of the summer is presented to the standard receive circuitry of a CDMA mobile unit. A rake receiver decomposes the signal into its component main and diversity signals. A diversity combiner and decoder then time-aligns the signal components, adds them together, and decodes the resultant signal. In this way, the main and diversity signals are processed in exactly the same manner by the existing mobile unit receive circuitry as would be any other combination of signals caused by multiple reception

paths. By using the existing mobile unit receive circuitry to process the summed signal of the present invention, the additional size, cost, and weight of multiple receive chains can be avoided, while still taking advantage of the various forms of diversity accomplished by providing a diversity antenna. Another disadvantage overcome by using the present invention with the existing RF circuitry of the CDMA mobile units is that one can avoid the losses inherent in using a switch to select between multiple receive paths, each coupled to an independent antenna.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The features, objects, and advantages of the present invention will become more apparent from the detailed description set forth below when taken in conjunction with the drawings in which like reference characters identify correspondingly throughout and wherein:

FIG. 1 illustrates a first embodiment of the diversity antenna system of the present invention.

FIG. 2 illustrates a second embodiment of the diversity antenna system of the present invention.

FIG. 3 illustrates a CDMA mobile unit which is capable of being used with the diversity antenna system of the present invention.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

A first embodiment, illustrated in FIG. 1, utilizes a main antenna 100 for both transmitting and receiving signals, and a diversity antenna 105 for receiving only. Main antenna 100 is coupled to a duplexer 115. Duplexer 115 couples both the transmit and receive circuitry to main antenna 100. The transmit circuitry is coupled to duplexer 115 by a power amplifier 140. The receive output of duplexer 115 is coupled to a summer 135 by a first low noise amplifier 120.

The signals received on diversity antenna 105 are bandpass filtered 110 to eliminate spurious received signals outside of the desired receive bandwidth, and then amplified by a second low noise amplifier 125. A delay 130 is introduced between second low noise amplifier 125. Delay 130 provides the time diversity required so that signals received on diversity antenna 105 can be discriminated from those received on main antenna 100 by the rake receiver in the receive circuitry, which will be discussed later (see

FIG. 2). In the preferred embodiment, this delay is between 5-10 μ s in order to provide adequate time diversity for proper reception at the rake receiver, without interfering with large signals reflected from main antenna 100. After being delayed 130, the signal received on diversity antenna 105 is provided to summer 135 which sums the signal received on diversity antenna 105 with the signal received on main antenna 100.

A second embodiment of the diversity antenna technique of the present invention as used in the mobile unit is illustrated in FIG. 2. In contrast to the first embodiment illustrated in FIG. 1, this second embodiment uses a diversity antenna 205, in addition to a main antenna 200, for both transmitting and receiving signals. Similarly to the first embodiment of FIG. 1, duplexer 220 couples both the transmit and receive circuitry to main antenna 200. However, in this second embodiment, duplexer 220 also couples both the transmit and receive circuitry to diversity antenna 205.

Main antenna 200 is coupled to duplexer 220 through a summer 235. Diversity antenna 205 is coupled to duplexer 220 through both delay 230 and summer 235. As in the first embodiment of FIG. 1, delay 230 introduces a time delay in the signal received by diversity antenna 205, providing the time diversity required so that signals received on diversity antenna 205 can be discriminated from those received on main antenna 200 by the rake receiver in the mobile unit receive circuitry. Signals received by main antenna 200 and diversity antenna 205 are summed by summer 235 before being input to duplexer 220. The transmit input of duplexer 220 is coupled to the transmit circuitry of the mobile unit through a power amplifier 240. The receive input of duplexer 220 is coupled to the receive circuitry of the mobile unit through a low noise amplifier 250.

The second embodiment of FIG. 2 differs from the first embodiment of FIG. 1 in that when the mobile unit is transmitting, both a main and a delayed diversity signal are transmitted by the mobile unit. This second embodiment provides both time and space diversity on the reverse link. A CDMA base station capable of exploiting this time and space diversity provided by the mobile unit is described in above-mentioned U. S. Patent 5,280,472.

In both of the above embodiments, main antennas 100 and 200 and diversity antennas 105 and 205 being physically separate antennas, provide space diversity in reception. A signal on the forward link from the cell site to the mobile unit may experience a fade at either one of main antennas 100 and 200 or diversity antennas 105 and 205. However, because the path length

on the forward link is physically different for main antennas 100 and 200 and diversity antennas 105 and 205, it is very unlikely that both antennas in either embodiment will experience a fade at the same time. Additionally, The diversity antennas 105 and 205 in each of the above embodiments can be
5 polarized or physically oriented in the mobile unit such that their gain pattern is very different from that of the main antennas 100 and 200. One such approach is to mount the diversity antennas 105 and 205 orthogonally from the main antennas 105 and 205. In this case, polarization loss due to the orientation of the mobile in the operating position may be reduced.
10 Another approach would be to use two different types of antennas, for example a loop antenna and a rod antenna. In such a case, the loop antenna would have a different antenna pattern than the rod antenna.

The presence of a diversity antenna 105 and 205 in each of the above embodiments decreases the overall noise figure of the receive chain of the
15 mobile unit over what it would be if there were no diversity antenna present. Additionally, in the second embodiment, where diversity antenna 205 is transmitting as well as receiving, the presence of diversity antenna 205 decreases the overall transmit power of the mobile unit. These factors present a tradeoff between antenna diversity and antenna-related losses in
20 the design of the mobile unit. To address this tradeoff, each of the embodiments of the present invention may sum the diversity signal with a different weight than the main signal in its respective summer 135 and 235. This is particularly useful in the second embodiment, where diversity antenna 205 is transmitting as well as receiving. For example, if a 3 dB loss
25 in noise figure and transmit power is not desired, the signal received by diversity antenna 205 may be summed with a lower weight in summer 235 than the signal received by main antenna 200. In this case, the diversity benefit provided by diversity antenna 205 would be less than is theoretically possible, however it may still provide acceptable performance. For instance,
30 nulls as deep as 20 to 30 dB in the antenna pattern are very common while the mobile is operating near the user's head. If the diversity signal were summed in at 10 dB lower than the main signal, the null depth could be limited to approximately 10 dB, without a significant noise figure or transmit power loss due to the presence of diversity antenna 205.

35 In each of the above embodiments, time diversity is provided by time-delaying the diversity signals in delays 130 and 230 before summing them with the main signals in summers 135 and 235. This time diversity is possible because of the nature of the orthogonal PN sequences used in the CDMA waveform. As described below, the resultant summed signal

produced by summers 135 and 235 can be processed by separating the main and diversity signals, time aligning them, and then re-combining them.

It should be noted that alternate embodiments could perform the summing function at any point in the receive path prior to the rake receiver. For example, one advantage of performing the summing function after downconversion (at IF) is that the time delay is easier to implement at IF than at RF. However, there would be an associated tradeoff with regard to the duplication of circuitry in the diversity receive path prior to the summing point.

FIG. 3 illustrates, in block diagram form, a CDMA mobile unit capable of use with the diversity antenna technique of the present invention. Receiver 304 receives the RF frequency signals from the receive path of either of the above embodiments for amplification and frequency downconversion. The signals are also filtered and digitized for providing to digital data receivers 310A - 310N along with searcher receiver 314. Further details of receivers 304, 310A - 310N and 314 are illustrated in U.S. Patent No. 5,103,459, entitled "SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING SIGNAL WAVEFORMS IN A CDMA CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM", and U.S. Patent No. 5,109,390, entitled "DIVERSITY RECEIVER IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM", both assigned to the assignee of the present invention.

Receiver 304 also performs a power control function for adjusting the transmit power of the mobile unit. Receiver 304 generates an analog power control signal that is provided to transmit power control circuitry 308.

The digitized signal at the output of analog receiver 304 contains the main and time-delayed diversity signals of the above embodiments, and may also contain the signals of many on-going calls together with the pilot carriers transmitted by the current base station and all neighboring base stations. The function of the receivers 310A - 310N is to correlate these digitized signals with the proper PN sequence. This correlation process provides a property that is well-known in the art as "processing gain" that enhances the signal-to-interference ratio of a signal matching the proper PN sequence while not enhancing other signals. Correlation output is then synchronously detected using the pilot carrier from the closest base station as a carrier phase reference. The result of this detection process is a sequence of encoded data symbols.

A property of the PN sequence as used in the present invention is that discrimination is provided among diversity signals, including those caused by multipath transmission in the terrestrial environment as well as the

time-delayed diversity signals of the present invention. When the signal arrives at the mobile receiver after passing through more than one path, or in the present invention through more than one antenna, there is a difference in the reception time of the signal. If this time difference exceeds
5 one chip duration, then the correlation process discriminates between the signals. The data receiver can track and demodulate either of the earlier or later arriving signal. If two or more data receivers, typically three, are provided then multiple independent paths can be tracked and processed in parallel.

10 Searcher receiver 314, under control of control processor 316 is for continuously scanning the time domain around the nominal time of a received pilot signal of the base station for other multipath pilot signals. Receiver 314 measures the strength of any reception of a desired waveform at times other than the nominal time. Receiver 314 compares signal strength
15 in the received signals. Receiver 314 provides a signal strength signal to control processor 316 indicative of the strongest signals. Processor 316 provides control signals to data receivers 310A - 310N for each to process a different one of the strongest signals.

The outputs of receivers 310A - 310N are provided to diversity
20 combiner and decoder circuitry 318. The diversity combiner circuitry contained within circuitry 318 adjusts the timing of the two streams of received symbols into alignment and adds them together. This addition process may be proceeded by multiplying the two streams by a number corresponding to the relative signal strengths of the two streams. This
25 operation can be considered a maximal ratio diversity combiner. The resulting combined signal stream is then decoded using a forward error correction (FEC) decoder also contained within circuitry 318. The usual digital baseband equipment is a digital vocoder system. The CDMA system is designed to accommodate a variety of different vocoder designs.

30 Baseband circuitry 320 typically includes a digital vocoder (not shown) that may be a variable rate type. Baseband circuitry 320 further serves as an interface with a handset or any other type of peripheral device. Baseband circuitry 320 provides output information signals to the user in accordance with the information provided thereto from circuitry 318.

35 In the mobile unit-to-base station link (reverse link), user analog voice signals are typically provided through a handset as an input to baseband circuitry 320. Baseband circuitry 320 includes an analog to digital (A/D) converter (not shown) that converts the analog signal to digital form. The digital signal is provided to the digital vocoder where it is encoded. The

vocoder output is provided to a forward error correction (FEC) encoding circuit (not shown). In the preferred embodiment, the error correction encoding implemented is of a convolutional encoding scheme. The digitized encoded signal is output from baseband circuitry 320 to transmit
5 modulator 322.

Transmit modulator 322 encodes the transmit data, that in the preferred embodiment is a 64-ary orthogonal signaling technique based upon Walsh codes, and then modulates the encoded signal on a PN carrier signal whose PN sequence is common amongst all mobile units, but is of a
10 different code phase offset assigned to the mobile station for the call. In the alternative the PN sequence may be chosen according to the assigned address function for the call. The PN sequence is determined by control processor 316 from call setup information that is transmitted by the base station and decoded by receivers 310A - 310N and control processor 316. Control
15 processor 316 provides the PN sequence information to transmit modulator 322 and to receivers 310A - 310N for call decoding. As a further detail an outer PN code may be used upon the PN spread signal. Further details on data modulation are disclosed in the above-mentioned U.S. Patent No. 5,103,459.

20 Transmit modulator 322 further converts the modulated signal to analog form for modulating upon an IF carrier. The IF signal output from transmit modulator 322 is provided to transmit power control circuitry 308. In circuitry 308 transmission signal power is controlled by the analog power control signal provided from receiver 304. Control bits transmitted by the
25 base station in the form of power adjustment commands are processed by data receivers 310A - 310N and provided to control processor 316. These power adjustment commands are used by control processor 316 in setting the power level in mobile unit transmission. In response to these commands, control processor 316 generates a digital power control signal
30 that is provided to circuitry 308. Further information on the relationship of receivers 310A - 310N and 314, control processor 316 and transmit power control 308 with respect to power control is available in U.S. Patent No. 5,056,109, entitled "METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING TRANSMISSION POWER IN A CDMA CELLULAR MOBILE TELEPHONE
35 SYSTEM", assigned to the assignee of the present invention. Transmit power control circuitry 308 outputs the power controlled modulated signal to the transmit power amplifier circuitry 140 and 240 of the present invention.

The previous description of the preferred embodiments is provided to enable any person skilled in the art to make or use the present invention. The various modifications to these embodiments will be readily apparent to those skilled in the art, and the generic principles defined herein may be applied to other embodiments without the use of the inventive faculty. Thus, the present invention is not intended to be limited to the embodiments shown herein but is to be accorded the widest scope consistent with the principles and novel features disclosed herein.

10 **I CLAIM:**

CLAIMS

1. A diversity antenna system in a mobile radio, said mobile radio
operating in a wireless communication environment comprising at least
one base station which transmits communication signals, said diversity
antenna system comprising:
 - a main antenna for transmitting radio signals and receiving said
communication signals, said main antenna providing a main antenna
signal in response to said received communication signals;
 - at least one diversity antenna for receiving said communication
signals, said at least one diversity antenna providing a diversity antenna
signal in response to said received communication signals;
 - a delay circuit, coupled to said at least one diversity antenna, for time-
delaying said diversity antenna signal; and
 - a summer, having a summer main input coupled to said main
antenna and a summer diversity input coupled to said delay circuit and
having a summer output, said summer for generating a sum signal in
response to the sum of said main antenna signal and said diversity antenna
signal.
2. The diversity antenna system of claim 1 further comprising a
duplexer, coupled to said main antenna and said summer main input and
interposed therebetween, for receiving said main antenna signal and
providing said radio signals to said main antenna.
3. The diversity antenna system of claim 2 further comprising:
 - a first low-noise amplifier, coupled to said duplexer and said
main input of said summer and interposed therebetween, for amplifying
said main antenna signal; and
 - a second low-noise amplifier, coupled to said diversity antenna
and said delay circuit and interposed therebetween, for amplifying said
diversity antenna signal.
4. The diversity antenna system of claim 3 further comprising a
bandpass filter, coupled to said diversity antenna and said second low noise
amplifier and interposed therebetween, for enhancing the spectral purity of
said diversity antenna signal.

5. The diversity antenna system of claim 1 wherein said at least
2 one diversity antenna is mounted in said mobile radio orthogonally to said
main antenna.

6. The diversity antenna system of claim 1 further comprising a
2 duplexer, coupled to said summer output, for receiving said sum signal and
providing said radio signals to said main antenna and said at least one
4 diversity antenna.

7. A diversity antenna system in a mobile radio having a receive
2 circuit and a transmit circuit, the system comprising:
a main antenna for receiving and transmitting radio signals;
4 a diversity antenna for receiving and transmitting radio signals;
a delay circuit, coupled to said diversity antenna, for time-delaying
6 radio signals received and transmitted by said diversity antenna;
a combining circuit, coupled to said main antenna and said delay
8 circuit, for summing radio signals received by said main antenna and
received radio signals delayed by said delay circuit; and
10 a duplexer having an input/output coupled to said combining circuit,
an input coupled to said transmit circuit, and an output coupled to said
12 receive circuit.

8. The diversity antenna system of claim 7 wherein said diversity
2 antenna is mounted in said mobile radio orthogonally to said main
antenna.

9. A method for providing a diversity reception in a mobile radio
2 having a main antenna and at least one diversity antenna, said mobile radio
operating in a wireless communication environment comprising at least
4 one base station which transmits radio signals, said method comprising the
steps of:
6 receiving said radio signals on said main antenna;
receiving said radio signals on said at least one diversity antenna;
8 time-delaying said radio signals received by said at least one diversity
antenna; and
10 summing said radio signals received by said main antenna with said
time-delayed radio signals.

10. The method of claim 9 further comprising the steps of:

- 2 amplifying said radio signals received by said main antenna
prior to summing said radio signals received by said main antenna with said
4 time-delayed radio signals; and
 amplifying said radio signals received by said diversity antenna
6 prior to summing said radio signals received by said main antenna with said
time-delayed radio signals.

11. The method of claim 10 further comprising the step of
2 bandpass filtering said radio signals received by said diversity antenna.

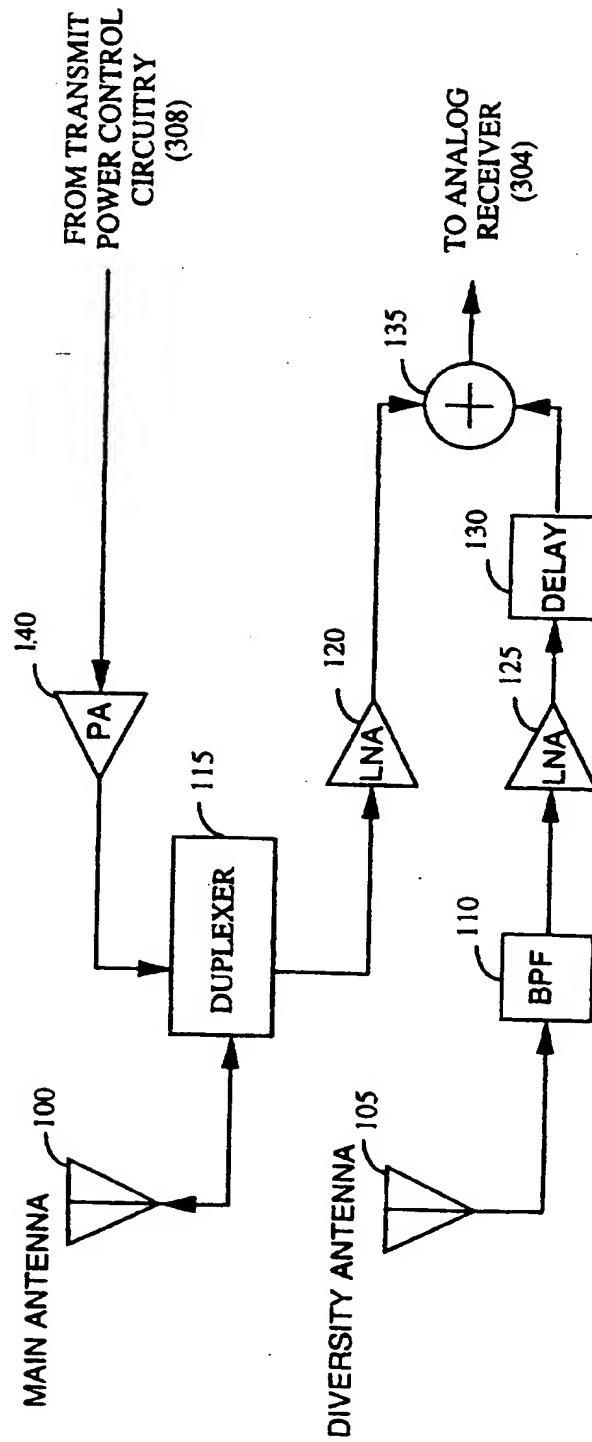


FIG. 1

2/3

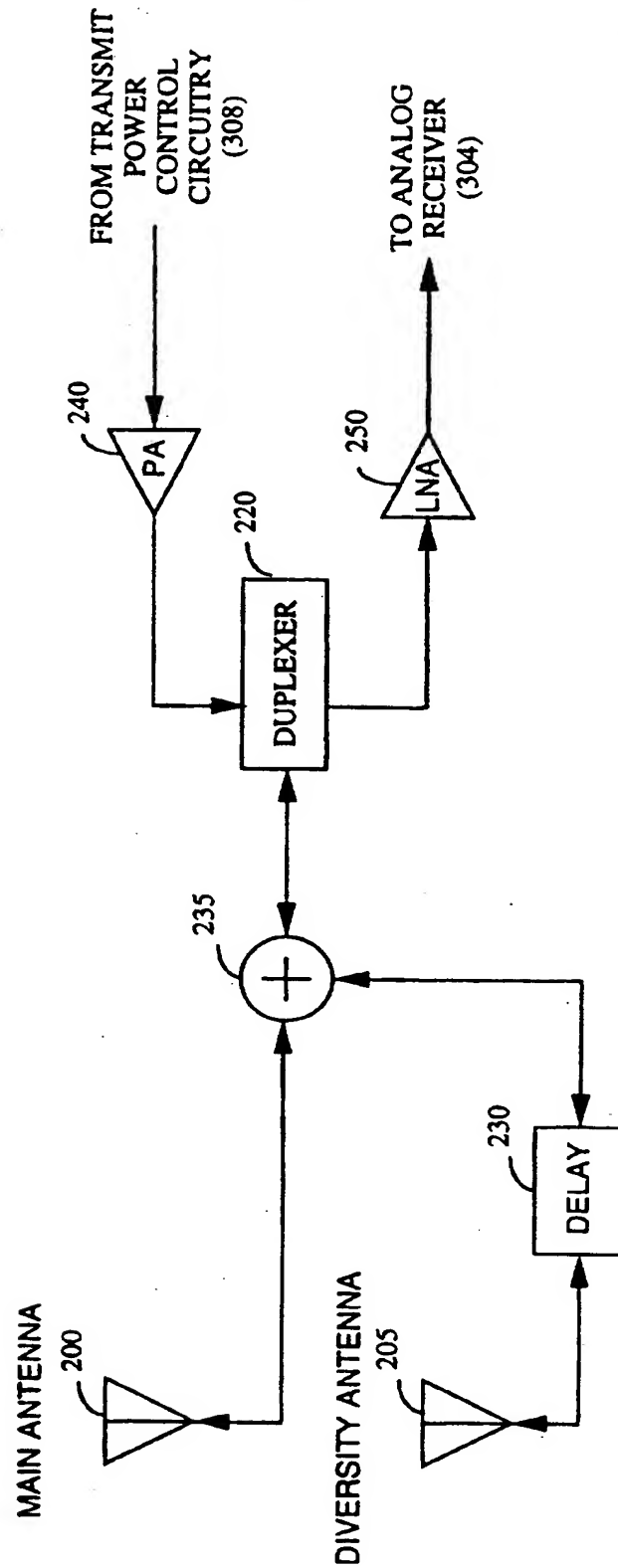


FIG. 2

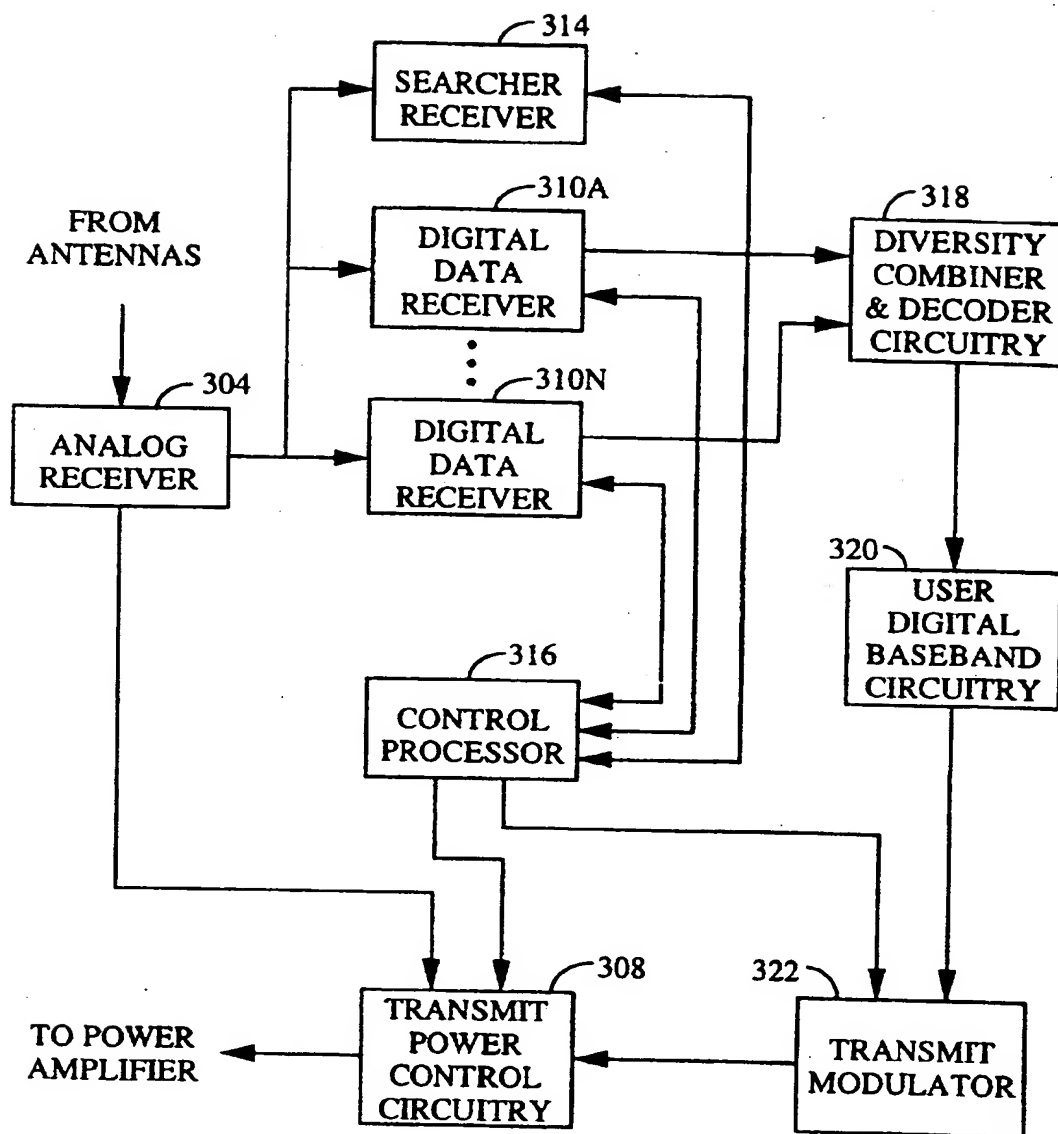


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC 1/US 96/20656

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H04B7/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 422 908 A (SCHILLING DONALD L) 6 June 1995	1,9,10
Y	see column 1, line 29 - line 53	2-4,6,7, 11
	see column 2, line 7 - line 17	
	see column 3, line 1 - line 48; figures 1,2	
	see column 1, line 54 - line 63	
	see column 4, line 49 - column 5, line 18; figure 3	
	see column 5, line 47 - column 6, line 29	

	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 April 1997

Date of mailing of the international search report

29.05.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bossen, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PC/US 96/20656

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 259 430 A (MOTOROLA LTD) 10 March 1993 see page 2, line 3 - line 25 see page 4, line 1 - page 6, line 10; figures 1,2 see page 7, line 36 - line 37; claims 1,12,16 ---	1,9,10
Y	GB 2 237 706 A (RACAL RES LTD) 8 May 1991 see page 5, line 10 - page 10, line 20; figures 1-3 -----	2-4,6,7, 11

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

page 2 of 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCI/US 96/20656

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5422908 A	06-06-95	CA 2136408 A	23-05-95
GB 2259430 A	10-03-93	AU 2098192 A	11-03-93
		CA 2076290 A	08-03-93
		DE 4229573 A	15-04-93
		FR 2682838 A	23-04-93
		IL 102817 A	19-01-96
		IT 1258477 B	26-02-96
		JP 6169273 A	14-06-94
		SE 9202541 A	08-03-93
GB 2237706 A	08-05-91	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)